下载APP

44｜技术演进（下）：软件架构和应用生命周期技术演进之路

2021-09-04 孔令飞

《Go 语言项目开发实战》 课程介绍 >

讲述：孔令飞
时长 25:08　大小 23.02M

你好，我是孔令飞。

应用、系统资源、应用生命周期管理这 3 个维度，构成了我们对云的所有诉求。上一讲，我从系统资源维度，介绍了虚拟化技术的演进之路。这一讲，我会介绍下应用维度和应用生命周期管理维度的技术演进。

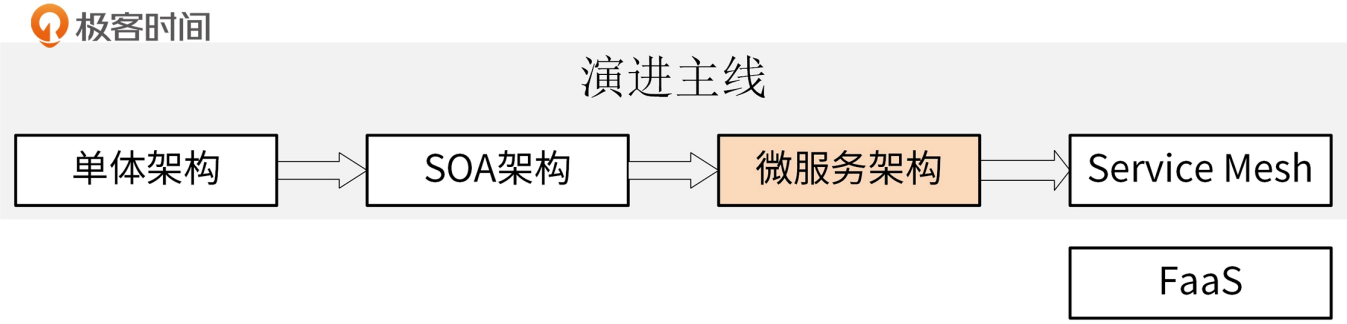
应用软件架构是用来构建应用的，不同的软件架构，构建应用的方式、效率，以及所构建应用的可维护度、性能都是不同的。随着技术的不断更新迭代，应用软件架构也在不断往前演进。这一讲我们就来看看，应用软件架构都有哪些，这些软件架构都有什么特点，以及它们之间是如何演进的。

至于应用生命周期管理维度，我在 09 讲 中已经介绍了应用生命周期管理技术的演进，这一讲也会再补充一些核心的技术，比如日志、监控告警、调用链等。

接下来，我们就先来看下软件架构的演进之路。

软件架构的演进

软件架构技术演进如下图所示：



最开始，我们使用单体架构来构建应用，后面逐渐演进为 SOA 架构。不管是单体架构，还是 SOA 架构，都很难满足互联网时代应用快速迭代的诉求。所以，在互联网时代，应用软件架构又演进成了微服务架构。当前我们正处在微服务架构阶段，也有很多团队的业务正在尝试使用 Service Mesh 替代微服务架构中的一些功能。

随着 Serverless 云函数的诞生，也诞生了一种新的软件架构，FaaS 架构。这里我先简单介绍下它，后面再详细讲。FaaS 架构因为限制多、使用场景局限，目前还仅仅适用于云函数这种系统资源形态，我个人认为它不会成为未来主流的软件架构。还要说明下，业界目前并没有 FaaS 软件架构这个说法，大家说到 FaaS，一般指的都是云函数这种技术形态。这里为了方便描述，我们先这样表达。

接下来，我仍然以技术演进的思路，来介绍下这些软件架构。首先来看下最早的单体架构。

单体架构

在最早的时候，我们用的软件架构是单体架构。在单体架构中，我们会将应用程序的所有功能都存放在一个代码仓库中，并且发布时，也是发布整个代码仓库的代码和功能。

在单体架构中，应用软件一般会包含四层，分别是表示层、业务逻辑层、数据访问层、数据库，如下图所示：

这里简单介绍下每层的功能。

表示层：用于直接和用户交互，通常是网页、UI 界面。

业务逻辑层：用来进行业务逻辑处理。使用表示层传来的参数，进行业务逻辑处理，并将结果返回给表示层。

数据访问层：用来操作数据库，通常包括数据的 CURD 操作。例如，从数据库中查询用户信息，或者往数据库增加一条用户记录。

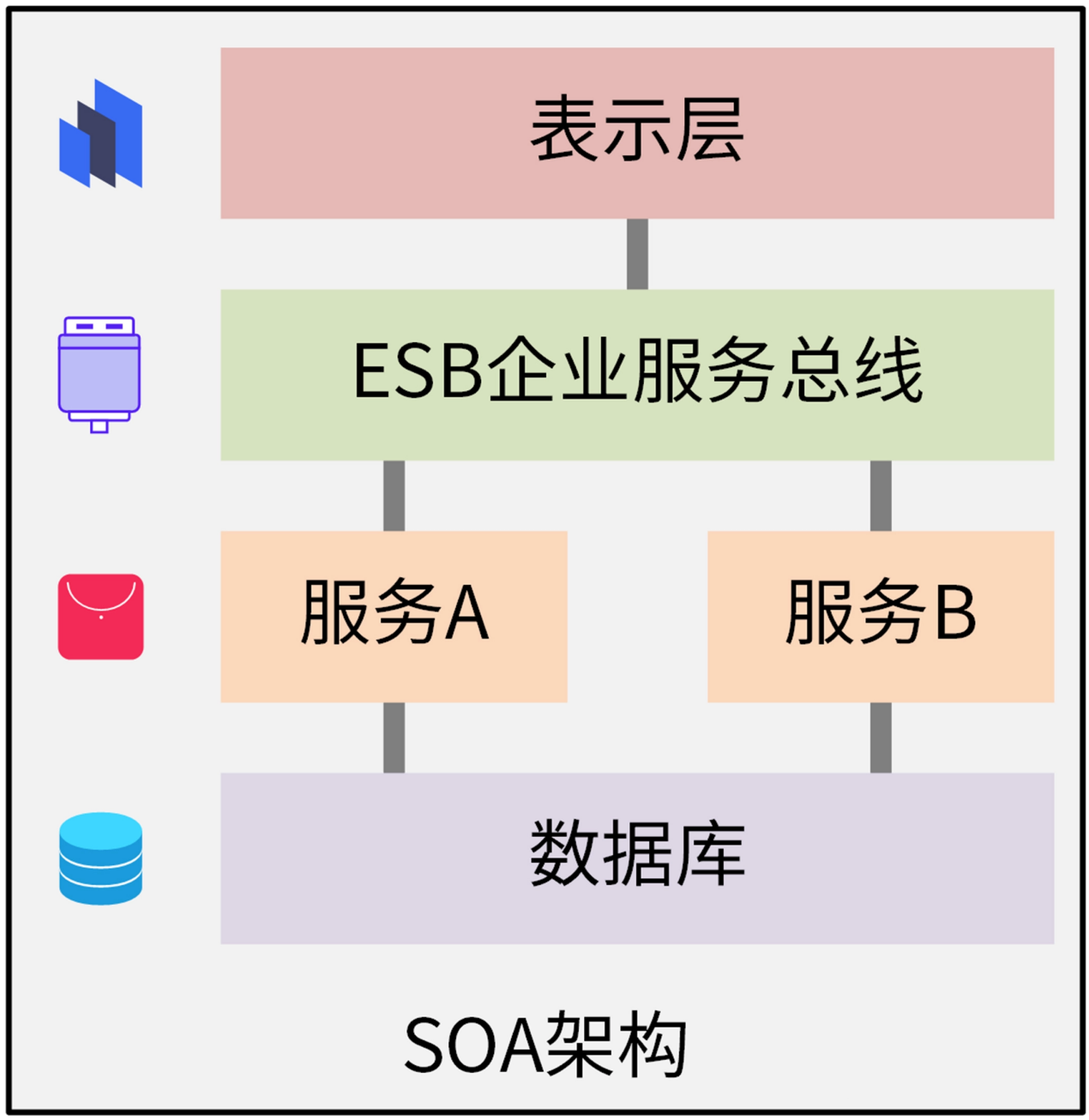
数据库：存储数据的物理介质。我们通过数据访问层来访问数据库中的数据。

单体架构的优点是应用开发简单，技术单一，测试、部署相对简单明了。因此它比较适合用户访问量较小的应用服务端。但它的缺陷也是非常明显的。随着业务的发展，项目越来越大，单体架构会带来开发效率低、发布周期长、维护困难、稳定性差、扩展性差等问题。另外，单体架构的技术栈也不易扩展，只能在原有的基础上，不断地进行局部优化。

SOA 架构

为了解决单体架构在业务代码变大时带来的各种问题，SOA 架构出现了。

SOA 架构是面向服务的软件架构，它的核心理念是：基于 SOA 的架构思想，将重复共用的功能抽取为组件，以服务的方式给各系统提供服务，服务之间通过 ESB 企业服务总线进行通信。如下图所示：



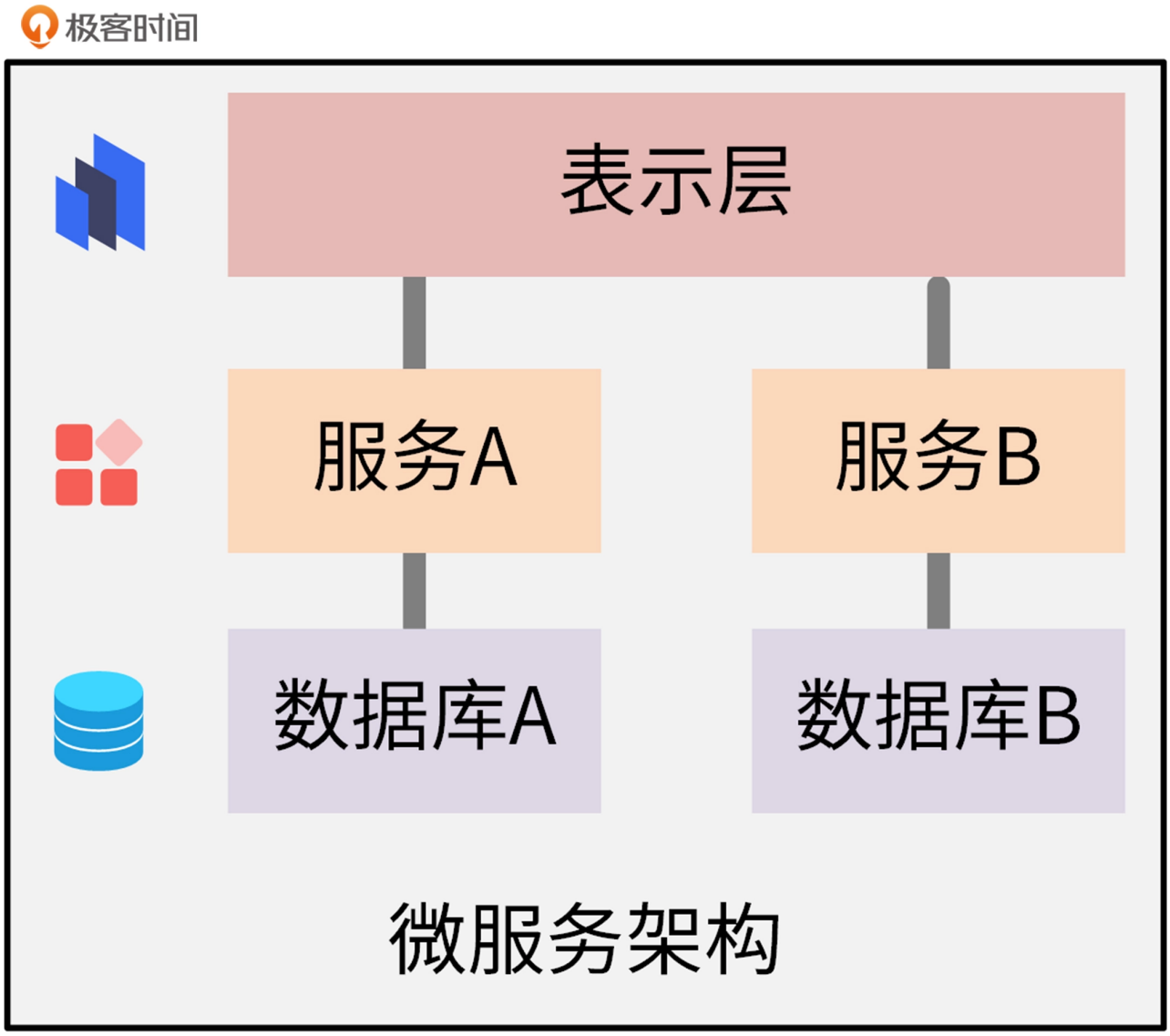
SOA 架构中，主要有两个角色，分别是服务提供者和服务消费者。服务消费者可以通过发送消息来调用购买商品、申请售后的服务，这些消息由 ESB 总线转换后，发送给对应的服务，实现 SOA 服务之间的交互通信。

SOA 架构主要适用于大型软件服务企业对外提供服务的场景，至于一般业务场景就并不适用了。这是因为，SOA 服务的定义、注册和调用都需要繁琐的编码或者配置来实现，并且 ESB 总线也容易导致系统的单点风险，并拖累整体性能。

微服务架构

在互联网时代，越来越多的企业推出了面向普通大众的网站和应用。这些企业没有能力，也没有必要构建和维护 ESB 企业服务总线。于是，基于 SOA 架构，又演进出了微服务架构。

微服务架构由 Matrin Fowler 在 2014 年提出，它的理念是将业务系统彻底地组件化和服务化，形成多个可以独立开发、部署和维护的服务或应用的集合。微服务之间采用 RESTful 等轻量的传输协议，来应对更快的需求变更和更短的开发迭代周期。如下图所示：



微服务架构提出得比较早，但在这几年才逐渐流行起来。这是什么原因呢？一方面，微服务架构基于自身的特点，确实能够解决其他软件架构中存在的一些问题；另一方面，Docker + Kubernetes 等云原生技术这几年也发展了起来，能够很好地支撑微服务的部署和生命周期管理。

总体来说，微服务架构有下面这几个特点：

- 微服务遵循单一原则，每个微服务负责一个独立的上下文边界；
- 微服务架构提供的服务之间采用 RESTful 等轻量协议传输，比 ESB 更轻量；
- 每个服务都有自己独立的业务开发活动和周期；
- 微服务一般使用容器技术独立部署，运行在自己的独立进程中，合理分配其所需的系统资源。这样，开发者就可以更加方便地制定每个服务的优化方案，提高系统可维护性。

微服务架构有很多优点，但也存在着问题。因为一个应用被拆分成一个个的微服务，随着微服务的增多，就会引入一些问题，比如微服务过多导致服务部署复杂。微服务的分布式特点也带来了一些复杂度，比如需要提供服务发现能力、调用链难以追踪、测试困难，等等。服务之间相互依赖，有可能形成复杂的依赖链路，往往单个服务异常，其他服务都会受到影响，出现服务雪崩效应。

目前业界针对这些问题也有一些标准的解决方案，比如，可以通过 Kubernetes、Helm 和 CI/CD 技术，解决微服务部署复杂的问题。至于微服务的分布式特点所带来的复杂性，可以通过一些微服务开发框架来解决。一些业界比较知名的微服务开发框架，比如 Spring Cloud 和 Dubbo，已经很好地解决了上面的问题。另外，云原生相关的技术也可以解决微服务调用链跟踪复杂、故障排障困难等问题。

另外，在我的日常开发中，经常会有开发者把 SOA 架构和微服务架构给搞混，所以我在这里再来介绍下二者的相同点和不同点。

微服务架构是 SOA 架构设计思想的另一种实现方式，这是二者相同的地方。至于区别，主要有三个。理解了下面这三点，以后你在开发中就很容易区分它们了。

- SOA 中的服务，其实只能属于某个应用的服务之一，微服务中的服务则是一个独立的服务，可以被多个应用共用。
- SOA 强调尽可能多地共享，而微服务强调尽可能少地共享。
- SOA 架构中，服务之间通过 ESB 来通信，而微服务中，服务之间通过轻量化机制，比如 RESTful 来实现通信。

Service Mesh

在讲微服务的时候，我提到微服务架构的一些问题可以通过一些微服务开发框架来解决，比如 Spring Cloud 和 Dubbo。但这里也有个问题：这些框架通常是侵入式的，比如语言只能限制在 Java，并且开发的时候要按框架的指定方式来开发。这个理念跟微服务的独立技术栈也是相反的。

2017 年底 Service Mesh（服务网格）的出现解决了这个问题，它是一种非侵入式技术，可以提供服务之间的网络调用、限流、熔断和服务监控等功能。Service Mesh 类似于 TCP/IP 协议，无需应用层感知，开发者只需要开发应用程序即可。所以，Service Mesh 是致力于解决服务间通讯的基础设施层，它具有下面这几个特点：

应用程序间通讯的中间层。

轻量级网络代理。

非侵入式，应用程序无感知。

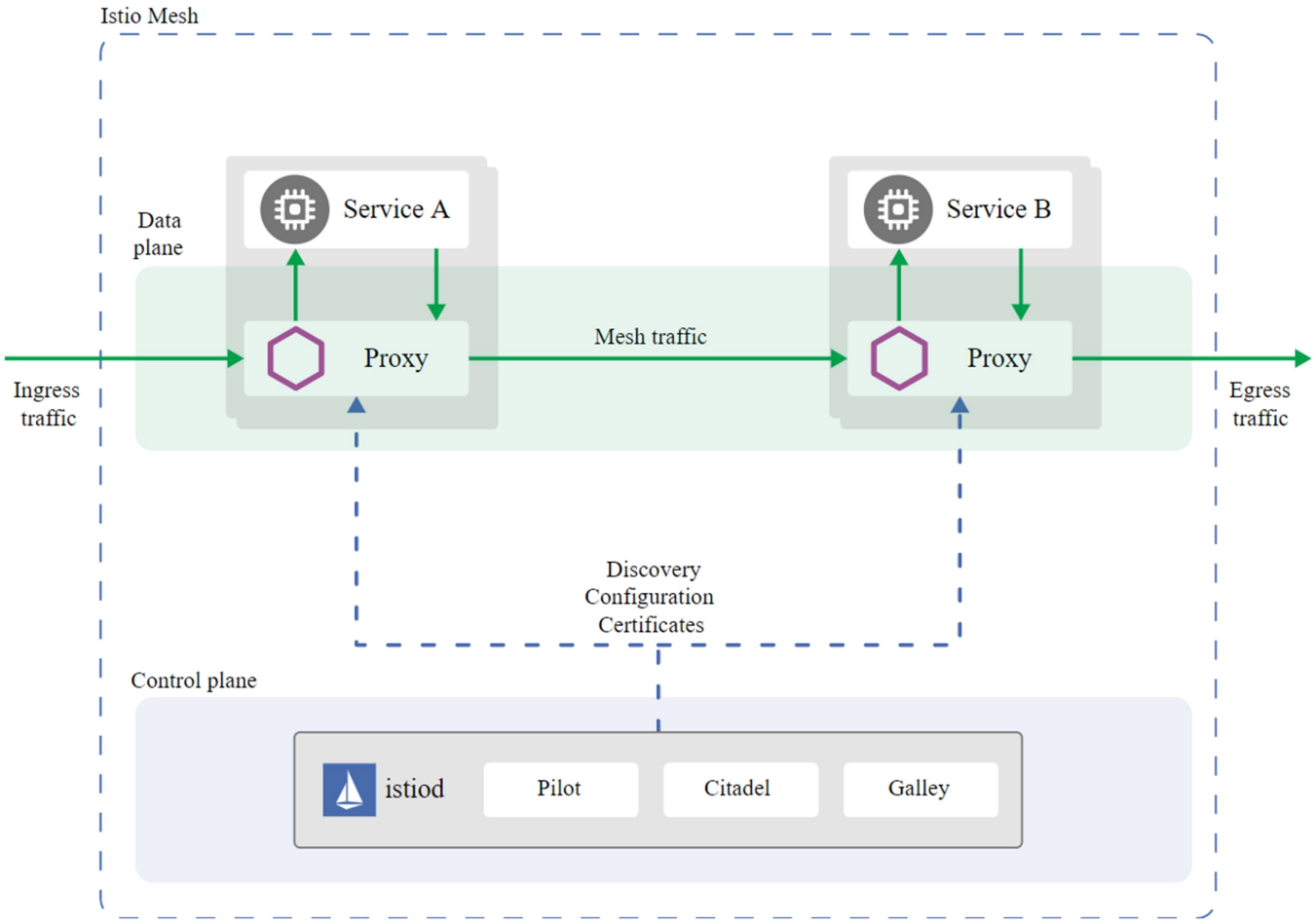
可以将服务治理功能，例如重试、超时、监控、链路追踪、服务发现等功能，以及服务本身解耦。

Service Mesh 目前的发展比较火热，社区有很多优秀的 Service Mesh 开源项目，例如 Istio 、 Linkerd 等。当前最受欢迎的开源项目是 Istio。

Istio 是一个完全开源的服务网格，作为透明的一层接入到现有的分布式应用程序里，提供服务治理等功能。它也是一个平台，拥有可以集成任何日志、遥测和策略系统的 API 接口。

Istio 的大概实现原理是：每个服务都会被注入一个 Sidecar（边车）组件，服务之间通信是先通过 Sidecar，然后 Sidecar 再将流量转发给另一个服务。因为所有流量都经过一个 Sidecar，所以可以通过 Sidecar 实现很多功能，比如认证、限流、调用链等。同时还有一个控制面，控制面通过配置 Sidecar 来实现各种服务治理功能。

目前 Istio 的最新版本是 1.8，1.8 版本的 Istio 架构图如下：



从图中你可以看到，Istio 主要包含两大平面。一个是数据平面（Data plane），由 Envoy Proxy 充当的 Sidecar 组成。另一个是控制平面（Control plane），主要由三大核心组件 Pilot、Citadel、Galley 组成。下面，我来分别介绍下这三大核心组件的功能。

Pilot：主要用来管理部署在 Istio 服务网格中的 Envoy 代理实例，为它们提供服务发现、流量管理以及弹性功能，比如 A/B 测试、金丝雀发布、超时、重试、熔断等。

Citadel：Istio 的核心安全组件，负责服务的密钥和数字证书管理，用于提供自动生成、分发、轮换及撤销密钥和数据证书的功能。

Galley：负责向 Istio 的其他组件提供支撑功能，可以理解为 Istio 的配置中心，它用于校验进入网络配置信息的格式内容正确性，并将这些配置信息提供给 Pilot。

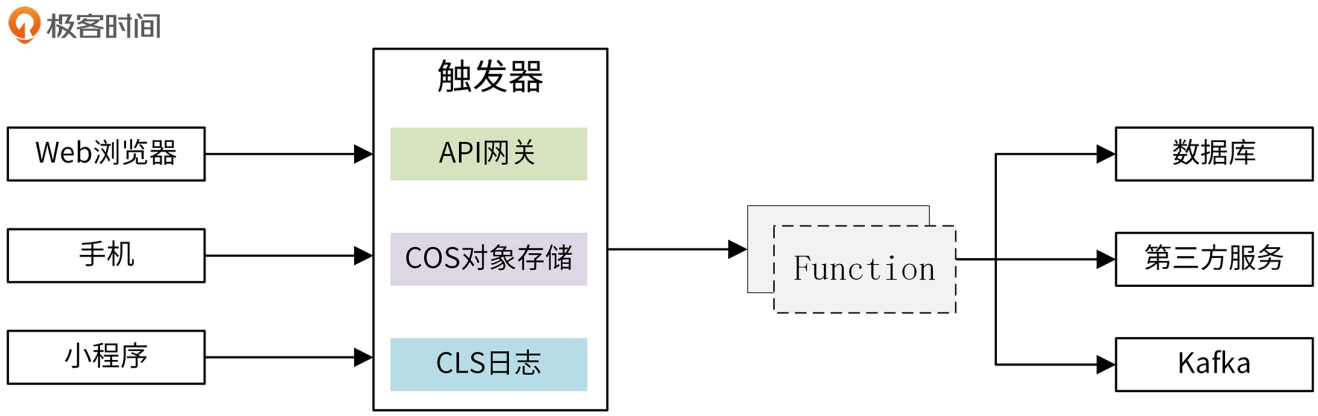
FaaS 架构

这几年，以云函数为代表的 Serverless 技术异常火爆。伴随着 Serverless 技术的发展，一个新的软件开发模式也诞生了，这就是 FaaS 架构。

FaaS 架构提供了一种比微服务更加服务碎片化的软件架构模式。简单来说，FaaS 架构就是把之前一个完整的业务拆分成一个个 Function 来部署，通过事件来触发底层 Function 的执行。

Function 里可能会调用第三方组件，比如数据库、消息队列服务等，这些第三方组件在 Serverless 架构中，统称为 BaaS（Backend as a Serivce）。BaaS 把这些后端的服务能力抽象成 API 让用户调用，用户不需要关注这些后端组件的高可用、扩缩容等运维层面的点，只需要去使用就可以了。

下面是 FaaS 架构的示意图：



从这张图里你可以看到，用户通过浏览器、手机、小程序等客户端请求触发器服务，例如 API 网关、COS 对象存储、CLS 日志等。这些触发器服务在收到来自用户的请求之后，会触发它们所绑定的云函数，云函数会根据请求量等数据，实时启动多个并发实例。在触发云函数时，也会传递参数给云函数，并在云函数中使用这些参数，进行一些业务逻辑处理。例如，调用第三方的服务，将处理结果保存在后端数据库中。

在我看来，FaaS 架构未来不会成为主流，更多的是存在于云函数的场景中。我这么说是因为，如果将应用拆分成一个个 Function，这些 Function 的部署、维护，以及之间的通信会是一个巨大的挑战，从目前来看，还不存在解决这种挑战的技术和条件。另外，FaaS 架构也不适合承载一些较重的业务逻辑，比如还没法大规模迁移企业的应用系统。

应用生命周期管理技术：监控告警、日志、调用链

在这门课的 09 讲 中，我已经详细介绍了应用生命周期管理技术的演进。这里我们可以再回顾一下：应用生命周期，最开始主要是通过研发模式来管理的，按时间线先后出现了

瀑布模式、迭代模式、敏捷模式。接着，为了解决研发模式中的一些痛点，出现了另一种管理技术，也就是 CI/CD 技术。随着 CI/CD 技术的成熟，又催生了另一种更高级的管理技术 DevOps。

其他的细节内容，如果有遗忘，你可以返回 09 讲 再复习一下，这里就不再重复介绍了。接下来，对于应用生命周期管理技术，我会补充一些之前没有讲到的重要技术，包括下面这三个：

监控告警组件，Prometheus；

统一日志管理框架，EFK；

调用链跟踪组件，Jaeger。

需要说明的是，这些技术之间不存在演进关系，而是平级的，共同作为应用生命周期管理技术的补充。

监控告警组件：Prometheus

对于应用来说，监控告警功能是必不可少的一项功能，能够让开发者或运维人员及时感知到程序异常，并及时修复。另外，监控也能够收集一些有用的数据，供后面的运营分析使用。云原生技术栈中，也有很多开源的优秀监控告警项目，例如 Zabbix、Prometheus 等，其中最受欢迎的是Prometheus。

Prometheus 是一款开源的、自带时序数据库的监控告警系统。目前，Prometheus 已经成为 Kubernetes 集群中监控告警系统的标配。它具有下面这几个特点：

强大的多维度数据模型；

在多维度上灵活地查询语言；

不依赖分布式存储，单主节点工作；

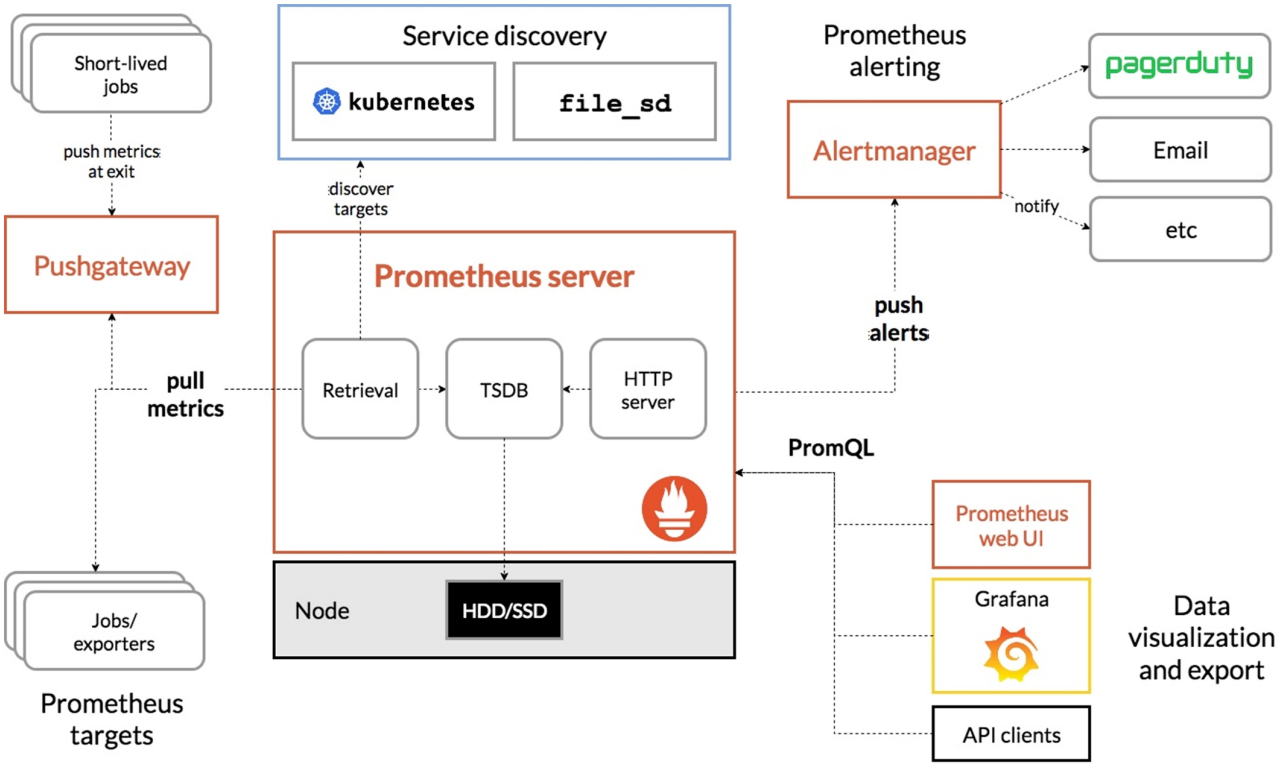
通过基于 HTTP 的 pull 方式，采集时序数据；

可以通过 Push Gateway 进行时序列数据推送；

可以通过服务发现或者静态配置，去获取要采集的目标服务器；

多种可视化图表及仪表盘支持 (Grafana)。

Prometheus 的架构如下图所示：



从上图可以看出，Prometheus 的主要模块包括 Prometheus Server、Exporters、Pushgateway、Alertmanager 以及 Grafana 图形界面。这些模块，有些是可选的，有些是必选的，大部分组件使用 Golang 编写。下面我来分别介绍下。

Prometheus Server（必选）：Prometheus 的核心服务，会定期从 Jobs/exporters 或者 Pushgateway 中拉取监控数据，并将时间序列（time-series）数据保存 TSDB 中，TSDB 是一个时间序列数据库。

Client Library（必选）: Prometheus 的客户端，应用程序使用 Client Library，可以很方便地生成 metrics，并暴露一个 API 接口，供 Prometheus server 从中拉取（pull）metrics 数据。

Pushgateway（可选）: 接收短期的 Jobs（Short-lived）推送（push）过来的 metrics 数据并缓存，供 Prometheus server 定期来 pull 这些监控数据。

Exporters（可选）: 以 agent 的形式运行在需要采集监控数据的应用服务器上，收集应用程序监控数据，并提供 API 接口，供 Prometheus server 来 pull metrics 数据。

Alertmanager（可选）: Prometheus 的告警组件，接收来自于 Prometheus server 的 alerts，将这些 alerts 去重、分组，并往配置的接收目的地发送告警。

Grafana（可选）：Grafana 是一款跨平台、开源的可视化数据展示工具，可以用来统计和展示 Prometheus 监控数据，并带有告警功能，采用 Go 语言开发。

Prometheus 大致的工作流程是：

1. Prometheus Server 定期从配置好的 jobs 或者 Exporters 中拉 metrics，或者接收来自 Pushgateway 的 metrics，再或者从其他的 Prometheus Server 中拉 metrics。
2. Prometheus Server 在本地存储收集到的 metrics，并运行已经定义好的 alert.rules，记录新的时间序列，或者向 Alertmanager 推送警报。
3. Alertmanager 根据配置文件，对接收到的警报进行处理，发出告警。
4. Grafana 在图形界面中，可视化地展示采集数据。

Prometheus 会将所有采集到的样本数据以时间序列的方式保存在内存数据库中，并且定时保存到硬盘上。time-series 是按照时间戳和值的序列顺序存放的。每条 time-series 通过指标名称 (metrics name) 和一组标签集 (labelset) 命名，如下所示：

复制代码

```
1 <--------------- metric ---------------------><-timestamp -><-value->
2 http_request_total{status="200", method="GET"}@1434417560938 => 94355
3 http_request_total{status="200", method="GET"}@1434417561287 => 94334
4
5 http_request_total{status="404", method="GET"}@1434417560938 => 38473
6 http_request_total{status="404", method="GET"}@1434417561287 => 38544
7
8 http_request_total{status="200", method="POST"}@1434417560938 => 4748
9 http_request_total{status="200", method="POST"}@1434417561287 => 4785
```

在 time-series 中的每一个点，我们称为一个样本（sample）。样本由下面三个部分组成。

指标 (metric)：metric name 和描述当前样本特征的 labelsets。

时间戳 (timestamp)：一个精确到毫秒的时间戳。

样本值 (value)： 一个 folat64 的浮点型数据，表示当前样本的值。

统一日志管理框架：EFK

我们通过监控告警服务感知到程序异常，这时候需要开发者或者运维人员介入排障。排障最有效的手段，是查看日志。所以，对于一个应用来说，一个优秀的日志系统也是必不可少的功能。

在一个大型的分布式系统中，有很多组件，这些组件分别部署在不同的服务器上。如果系统出故障，需要查看日志排障。这时候，你可能需要登陆不同的服务器，查看不同组件的日志，这个过程是非常繁琐、低效的，也会导致排障时间变长。故障时间越久，意味着给客户带来的损失越大。

所以，在一个大型系统中，传统的日志查看手段已经满足不了我们的需求了。这时候，我们需要有一个针对分布式系统的日志解决方案。当前，业界有不少成熟的分布式日志解决方案，其中使用最多的是 EFK 日志解决方案。甚至可以说，EFK 已经成为分布式日志解决方案的事实标准。

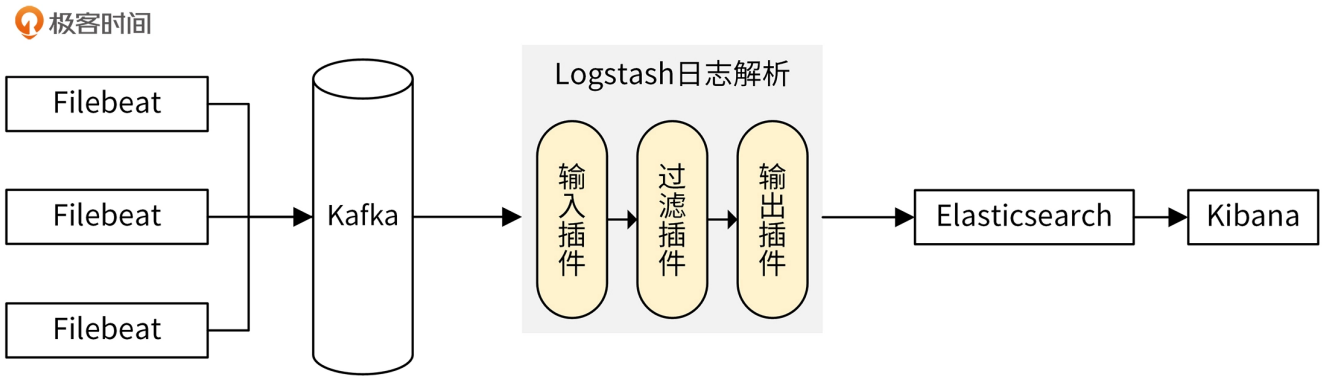
EFK 中包含三个开源的软件，分别是 Elasticsearch、FlieBeat、Kibana。下面，我来介绍下这三个开源软件：

Elasticsearch：简称 ES，是一个实时的、分布式的搜索引擎，通常用来索引和搜索大规模的日志数据，并支持全文、结构化的搜索。

FlieBeat：轻量的数据采集组件，以 agent 的方式运行在需要采集日志的服务器上。FlieBeat 采集指定的文件，并上报给 ES。如果采集日志量大，也可以上报给 Kafka，再由其他组件消费 Kafka 中的日志并转储到 ES 中。

Kibana：用于展示 ES 中存储的日志数据，支持通过图表进行高级数据分析及展示。

EFK 的架构图如下：



通过 Filebeat 采集所在服务器上各服务组件的日志，并上传到 Kafka 中。Logstash 消费 Kafka 中的日志，过滤后上报给 Elasticsearch 进行存储。最后，通过 Kibana 可视化平台来检索这些日志。Kibana 是通过调用 Elasticsearch 提供的 API 接口，来检索日志数据的。

当 Filebeat 的日志生产速度和 Logstash 的日志消费速度不匹配时，中间的 Kafka 服务，会起到削峰填谷的作用。

调用链跟踪组件：Jaeger

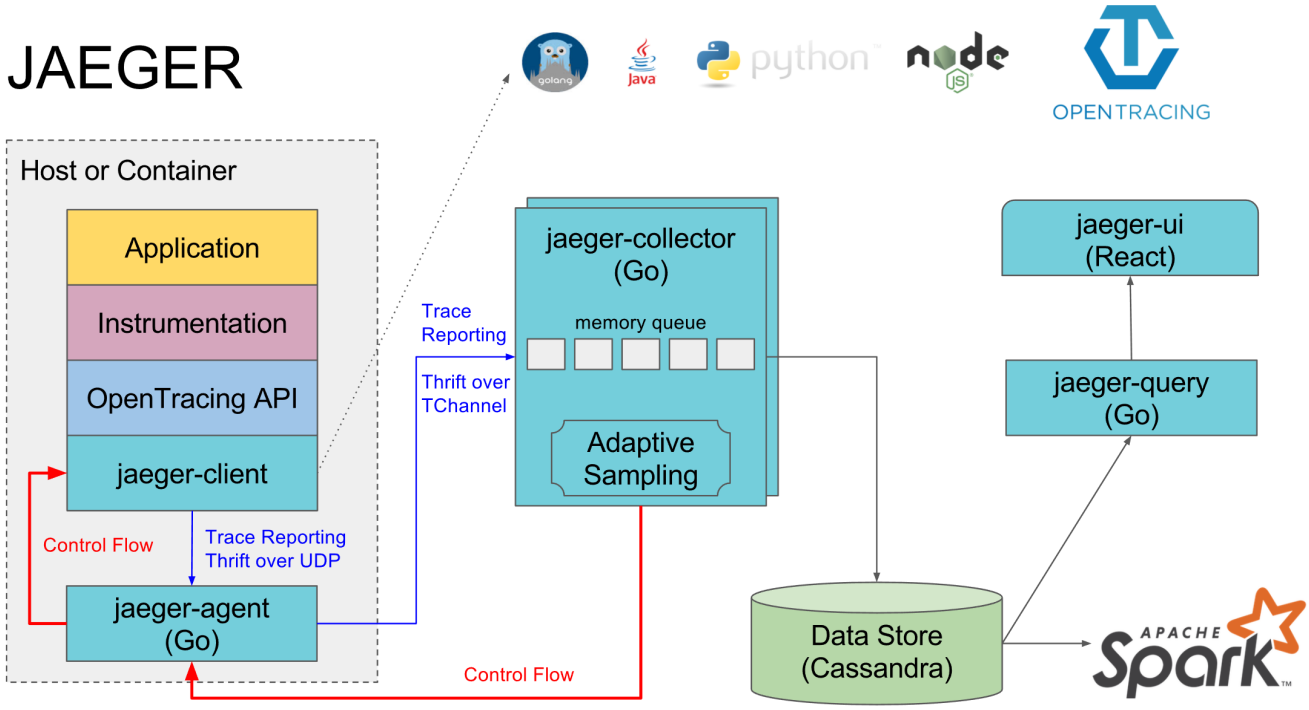
在云原生架构中，应用普遍采用微服务。一个应用包含多个微服务，微服务之间会相互调用，这会给排障带来很大的挑战。比如，当我们通过前端访问应用报错时，我们根本不知道具体哪个服务、哪个步骤出问题了。所以这时候，应用就需要有分布式链路追踪能力。目前，业界也有多种分布式链路追踪系统，但用得最多的是Jaeger。

Jaeger 是 Uber 推出的一款开源分布式追踪系统，兼容 OpenTracing API。这里我们先来介绍两个概念：

OpenTracing：它是一套开源的调用链追踪标准，通过提供厂商无关、平台无关的 API，来支持开发人员方便地添加 / 更换追踪系统的实现。

分布式追踪系统：用于记录请求范围内的信息，是我们排查系统问题和系统性能的利器。分布式追踪系统种类繁多，但核心步骤都有三个，分别是代码埋点、数据存储和查询展示。

Jaeger 架构图如下：



Jaeger 中有 7 个关键组件，下面我来具体介绍下。

instrument：将应用程序与 jaeger-client 装载起来，从而使应用程序可以上报调用链数据到 Jaeger。

jaeger-client：Jaeger 的客户端 SDK，负责收集并发送应用程序的调用链数据到 jaeger-agent。

jaeger-agent：接收并汇聚 Span 数据，并将这些数据上报给 jaeger-collector。

jaeger-collector：从 jaeger-agent 收集 traces 信息，并通过处理管道处理这些信息，最后写入后端存储。jaeger-collector 是无状态的组件，可以根据需要水平扩缩容。

Data Store：Jaeger 的后端存储组件。目前，支持 cassandra、elasticsearch。

jaeger-ui：jaeger 的前端界面，用于展示调用链等信息。

jaeger-query：用于从存储中检索 trace，并提供给 jaeger-ui。

下面，我通过一个 Jaeger 官方提供的All in One 教程来让你更好地理解 Jaeger。具体可以分成两个操作步骤。

第一步，使用`jaeger-all-in-one`安装 Jaeger 服务：

```
$ wget https://github.com/jaegertracing/jaeger/releases/download/v1.25.0/jaege
$ tar -xvzf jaeger-1.25.0-linux-amd64.tar.gz
$ mv jaeger-1.25.0-linux-amd64/* $HOME/bin
$ jaeger-all-in-one --collector.zipkin.host-port=:9411
```

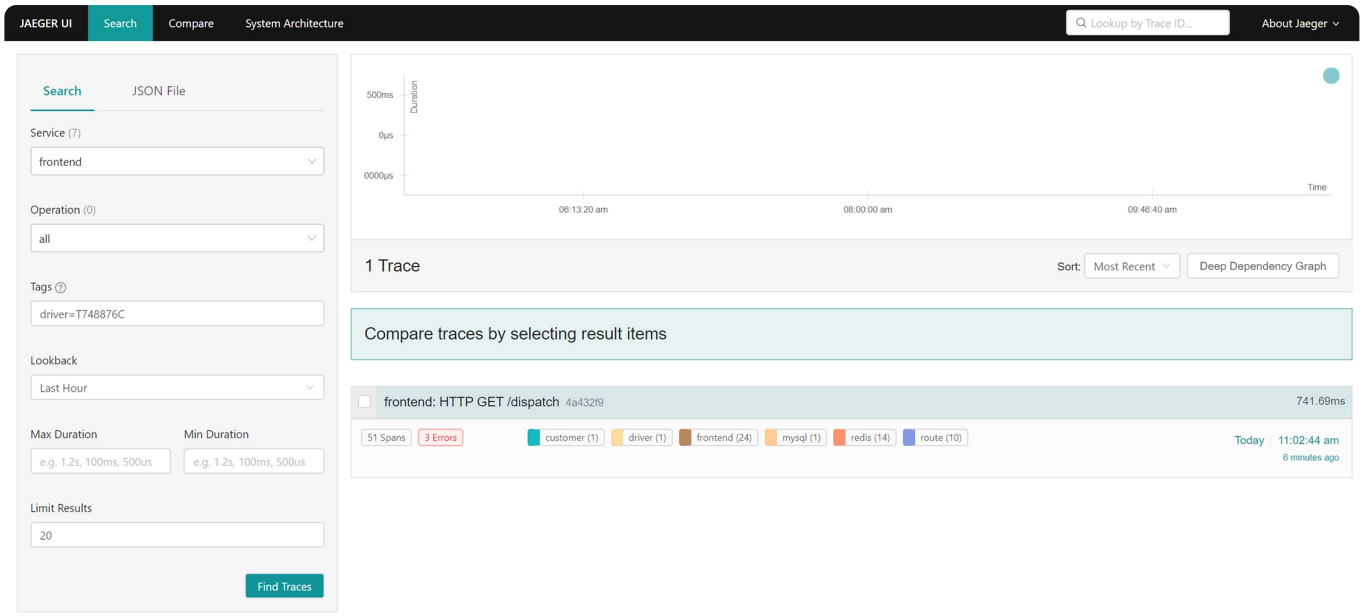
复制代码

第二步，启动一个HotROD示例应用，产生调用链：

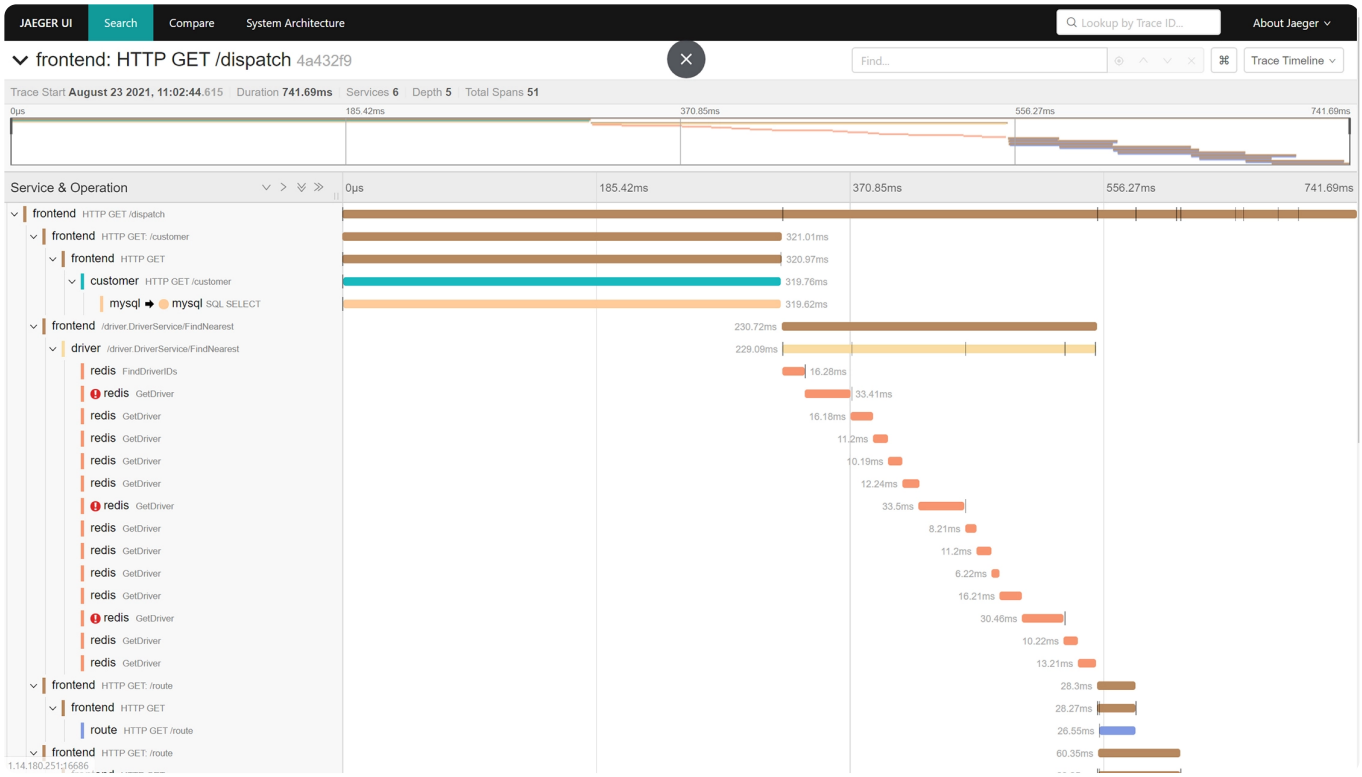
```
$ example-hotrod all # 第 1) 我们已经安装了 example-hotrod 命令
```

复制代码

访问http://$IP:16686/search可以查找调用链（IP 是 Jaeger 部署的服务器 IP 地址），如下图所示：



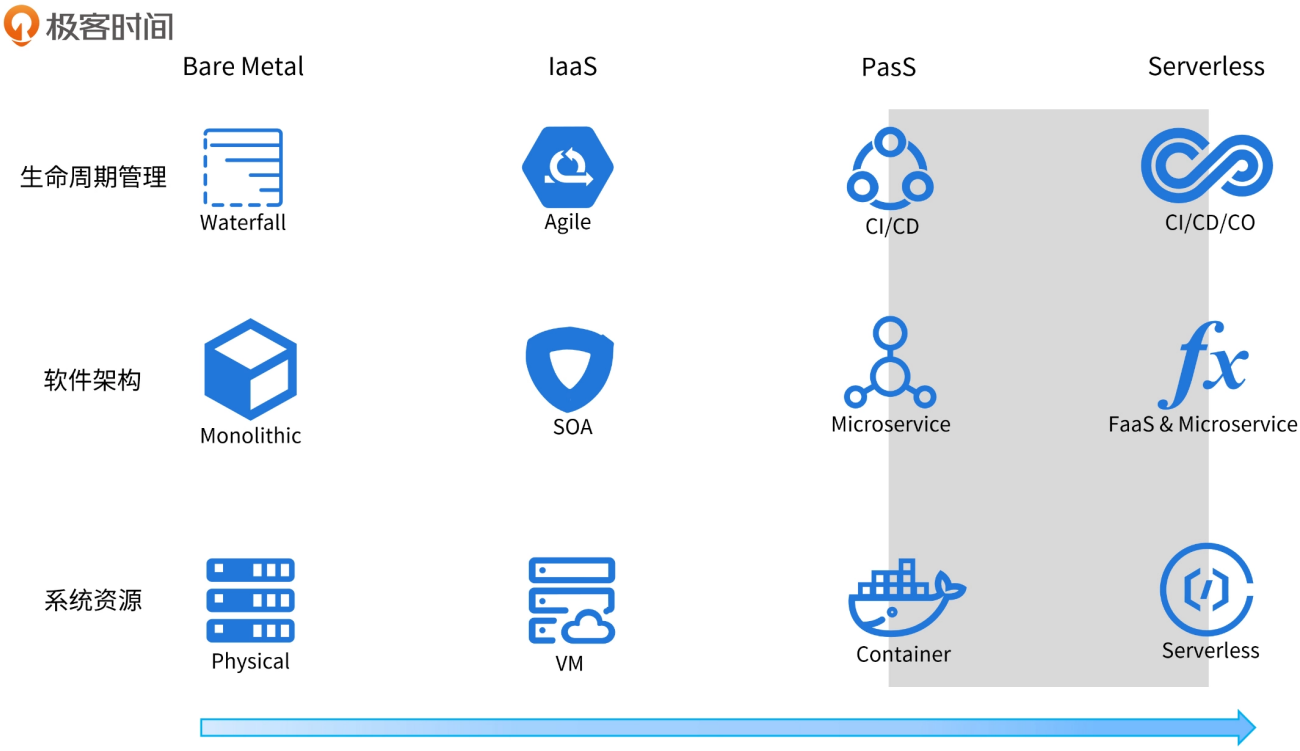
查询到调用链列表后，可以点击任意一个调用链，查看其详细的调用过程，如下图所示：



具体如何使用 Jaeger 来记录调用链，你可以参考 Jaeger 官方给出的hotrod示例。

总结

最后，我们通过下面这张图，来对整个云技术的演进之路做个整体性的回顾：



通过这张图你可以看到，每种技术并不是孤立存在的，而是相互促进的。在物理机阶段，我们用的是瀑布开发模式和单体架构；在虚拟机阶段，用得比较多的是敏捷开发模式和 SOA 架构；在容器这个阶段，则使用 CI/CD 的开发模式和微服务架构。

在 Serverless 阶段，软件架构仍然采用微服务，不过在一些触发器场景，也可能会编写一些 FaaS 架构的函数，部署在类似腾讯云云函数这样的 FaaS 平台上；底层系统资源主要使用 Serverless 容器，并配合 Kubernetes 资源编排技术。在一些触发器场景中，也可能会使用云函数。应用程序中的第三方服务（BaaS），也都是越来越 Serverless 化的服务。应用生命周期管理技术也会演进为 CI/CD/CO 这种模式，其中 CI/CD 更加智能化，自动化程度更高。

这张图里，阴影部分是我们当前所处的阶段：容器技术得到了大规模普及，业界也在积极探索 Serverless 技术，并取得了卓有成效的结果。

课后练习

1. 了解下 Kubernetes 的声明式 API 机制，并思考下，微服务架构之后的软件架构可能是什么样的？
2. 动手搭建一个 Prometheus 服务，产生一些数据，并配置 Grafana，最终可视化地展示这些监控数据。

欢迎你在留言区与我交流讨论，我们下一讲见。

分享给需要的人，Ta订阅后你可得 24 元现金奖励

赞 1 提建议

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。 页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇 43 | 技术演进（上）：虚拟化技术演进之路

下一篇 特别放送 | 给你一份清晰、可直接套用的Go编码规范

更多学习推荐

精选留言

写留言

> 由作者筛选后的优质留言将会公开显示，欢迎踊跃留言。